

***PROTOTYPE* PENDETEKSI BEBAN BERLEBIH UNTUK
KEAMANAN OPERASI *HYDRAULIC CRANE* DI KAPAL
PENUMPANG**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Diploma IV

IVANA WIKA APRILIA

08 20 012 2 03

TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

TAHUN 2024

***PROTOTYPE* PENDETEKSI BEBAN BERLEBIH UNTUK
KEAMANAN OPERASI *HYDRAULIC CRANE* DI KAPAL
PENUMPANG**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Diploma IV

IVANA WIKA APRILIA

08 20 012 2 03

TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

TAHUN 2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : IVANA WIKA APRILIA

Nomor Induk Taruna : 0820012203

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul:

PROTOTYPE PENDETEKSI BEBAN BERLEBIH UNTUK KEAMANAN OPERASI HYDRAULIC CRANE DI KAPAL PENUMPANG

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam skripsi tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 19 Juli 2024



IVANA WIKA APRILIA

08.20.012.2.03

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : ***PROTOTYPE PENDETEKSI BEBAN
BERLEBIH UNTUK KEAMANAN OPERASI
HYDRAULIC CRANE DI KAPAL PENUMPANG***

Nama Taruna : IVANA WIKA APRILIA

Nomor Induk Taruna : 08.20.012.2.03

Program Diklat : Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, 04 JULI 2024

Menyetujui

Pembimbing I



Antonius Edy
Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E
Pembina Tk. I (III/d)
NIP. 19690531 200312 1 001

Pembimbing II



Drs. Teguh Pribadi, M.Si, QIA
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19690912 199403 1 001

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800517 200502 1 003

PENGESAHAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

**PROTOTYPE PENDETEKSI BEBAN BERLEBIH UNTUK KEAMANAN
OPERASI *HYDRAULIC CRANE* DI KAPAL PENUMPANG**

Disusun dan Diajukan Oleh :

IVANA WIKA APRILIA

NIT. 08.20.012.2.03

D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal, 19 Juli 2024

Menyetujui :

Penguji I



Sonhaji S.T., M.T
NIP. 197707132023211004

Penguji II



Wulan Marlia Sandi, M.Pd
NIP. 198903262023212017

Penguji III



Antonius Edy Kristiyono,
M.Pd, M.Mar.E
Pembina Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

Mengetahui :

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal



Akhmad Kasan Gupron, M.pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan kuasa-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis dengan judul *Prototype* Pendeteksi Beban Berlebih Untuk Keamanan Operasi *Hydraulic Crane* di Kapal Penumpang. Karya tulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya tulis ini kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E., Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd., Ketua Prodi Jurusan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
3. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E dan Bapak Drs. Teguh Pribadi, M.Si, QIA., dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, kritikan dan saran selama proses mengerjakan karya ilmiah terapan
4. Seluruh Civitas Akademika Politeknik Pelayaran Surabaya.
5. Kedua orang tua tersayang, Ayahanda Wiyono dan Ibunda Siti Kalimah yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan dukungannya selama penulis menempuh Pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya
6. Teman-teman yang telah memberi dukungan, doa, dan semangat, serta turut membantu dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini. Penulis berharap semoga penulisan proposal ini sangat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Surabaya.....2024

Penulis

ABSTRAK

IVANA WIKA APRILIA, *Prototype* Pendeteksi Beban Berlebih untuk Keamanan Operasi Hydraulic Crane di Kapal Penumpang Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E. dan Bapak Drs. Teguh Pribadi, M.Si, QIA

Keamanan dan proteksi pada *hydraulic crane* adalah aspek kritis yang memastikan operasi angkat beban berjalan dengan aman dan efisien. penelitian ini bertujuan untuk memberikan proteksi terhadap kerusakan *crane* dan meminimalisir kecelakaan kerja dengan memberikan sensor pendeteksi beban berlebihan menggunakan *loadcell* dan hx711 sebagai sensor utama dalam pengembangan alat ini. Alat ini merupakan sebuah miniatur *crane* menggunakan motor servo dan motor dc sebagai pengganti *hydraulic* pada *crane*. Dimana fungsinya sama, untuk menggerakkan lengan *crane* dan *crane* dapat berputar kearah kiri, kanan, dan atas.

Peneliti ini menggunakan metode *prototype* untuk membuat dan mengembangkan *prototype crane* ini. Untuk perancangan sistem kontrol ini menggunakan ESP32 sebagai pengirim dan penerima respon dari Gerakan *joystick*. Data yang diterima akan diolah dan ditampilkan di LCD.

Pengujian alat ini dapat mendeteksi berapa beban yang diangkat dan mendeteksi jika beban yang diangkat berlebihan, sistem kerja alat ini jika beban berlebihan akan menurunkan kembali beban tersebut. Sistem ini dapat berfungsi dengan baik karena dalam pengujian terdapat beban yang berlebihan dan otomatis mendeteksi beban tersebut sehingga *crane* menurunkan beban tersebut sebelum dipindahkan.

Kata kunci: Esp32, *loadcell*, HX711, *joystick*, *crane*

ABSTRACT

IVANA WIKA APRILIA, Overload Detection Prototype for the Safety of Hydraulic Crane Operations at the Surabaya Polytechnic Cruise Ship. Guided by Mr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E. and Mr. Drs. Teguh Pribadi, M.Si, QIA.

The safety and protection of the hydraulic crane is an important aspect that ensures the charging operation runs safely and efficiently, this study aims to provide protection against crane damage and minimize work accidents by providing overload detection sensors using loadcells and hx711 as the primary sensor in charging this device. This tool is a miniature crane that uses a servo motor and a DC motor as a replacement for the hydraulic on the crane. Where the same function, to move the arm of the crane and crane can rotate left, right, and up.

The researchers used prototype methods to build and develop prototypes of cranes. To monitor this control system, use ESP32 as the transmitter and receiver of the joystick motion response. The received data will be processed and displayed on the LCD. Testing this device can detect how much load is lifted and detect if the load is over lifted, the device's operating system will lower the load again if overloaded.

Keywords: *Esp32, loadcell, HX711, joystick, crane*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
B. Landasan Teori.....	7

BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Perancangan Sistem	26
B. Model Perancangan Alat	29
C. Rencana Pengujian Uji Coba Produk.....	37
D. Perencanaan Validasi Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Hasil Penelitian	40
B. Penyajian Data	50
C. Analisis Data	51
D. Pembahasan.....	52
BAB V PENUTUP.....	54
A. Kesimpulan	54
C. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya (2023).....	5
Tabel 3. 1 Pin rangkaian wiring perancangan alat	36
Tabel 4. 2 Hasil pengujian <i>prototype</i> oleh ahli	49
Tabel 4. 1 Hasil pengujian alat.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain Crane	9
Gambar 2. 2 ESP32	11
Gambar 2. 3 <i>Loadcell</i>	12
Gambar 2. 4 Servo Motor.....	13
Gambar 2. 5 Motor DC	14
Gambar 2. 6 HX711	15
Gambar 2. 7 Adaptor <i>Power Supply</i> 12 V.....	16
Gambar 2. 8 LCD 16x2 i2c	17
Gambar 2. 9 <i>Joystick</i>	18
Gambar 2. 10 LoRa R-02	19
Gambar 2. 11 Modul <i>Step Down</i> LM2596.....	20
Gambar 2. 12 Modul <i>Step Up</i> MT3608	21
Gambar 2. 13 Driver motor L293	22
Gambar 2. 14 Modul <i>charger</i> baterai TP405	23
Gambar 2. 15 Soket <i>Battery</i> 18650	24
Gambar 2. 16 Soket IC DIP 16	24
Gambar 3. 1 Diagram Blok Desain Pendeteksi Beban Berlebih.....	28
Gambar 3. 2 Software Arduino IDE	30
Gambar 3. 3 Fritzing	31

Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> alat	33
Gambar 3. 5 Wiring perancangan <i>Joystic</i>	34
Gambar 3. 6 Wiring perancangan <i>crane</i>	35
Gambar 3. 7 Rancangan Alat	38
Gambar 4. 1 ESP32	42
Gambar 4. 2 sensor <i>Loadcell</i>	42
Gambar 4. 3 Sensor modul HX711	43
Gambar 4. 4 LCD 16x2	44
Gambar 4. 5 I2C LCD	44
Gambar 4. 6 <i>Joystick</i>	45
Gambar 4. 7 Perakitan komponen <i>joystick</i>	46
Gambar 4. 8 Perakitan komponen pada <i>crane</i>	47
Gambar 4. 9 Perakitan <i>prototype Crane</i>	48
Gambar 4. 10 Perakitan <i>Prototype Joystick</i>	49
Gambar 4. 11 Tampilan <i>overload</i> beban.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam era perkembangan teknologi sekarang, kita mungkin tidak menyadari betapa pentingnya *crane* untuk operasi pelayaran dan perdagangan laut selama ini. Jika tidak ada *crane* kapal, bongkar muat kargo akan sulit dan memakan waktu yang lama. *Crane* membantu awak kapal mengangkut barang berat dari dermaga ke kapal atau sebaliknya.

Crane kapal berbeda dengan *crane* yang biasa kita lihat di gudang atau tempat pembongkaran *container*. Mereka dibuat khusus untuk beroperasi di atas kapal yang berguncang di lautan dan memiliki sedikit gerakan. Mengingat barang bawaan mereka yang berharga dan keselamatan awak kapal yang bekerja di bawahnya, operasinya harus dilakukan dengan hati-hati.

Mengidentifikasi potensi bahaya kecelakaan yang berkaitan dengan keselamatan *crane* di tempat kerja merupakan langkah penting bagi semua perusahaan ataupun kapal dimana *crane* digunakan. potensi bahaya yang terkait dengan *crane* dapat diidentifikasi dengan menemukan cara untuk menghilangkan bahaya tersebut, atau memberikan kompensasi mengurangi bahaya dengan cara tertentu. Beberapa bahaya yang harus dipertimbangkan dari peristiwa yang diakibatkan oleh *crane* yaitu bahaya listrik yang disebabkan ketidaksengajaan membentur saluran listrik, membebani *crane* secara berlebihan yang dapat

mengakibatkan terjungkal atau menjatuhkan beban, pergerakan *crane* juga dapat mengakibatkan terjepitnya seseorang yang tidak mengetahui *crane* bergerak.

Dalam beroperasi *crane* juga bagian yang integral dari berbagai industri seperti manufaktur, konstruksi, dan Pelabuhan. Penggunaan *crane* juga sangat penting dalam proses pemindahan mengangkat material berat. Namun, dalam keamanan operasi *crane* menjadi perhatian yang utama, mengingat resiko yang diakibatkan oleh beban berlebihan yang menjadi faktor penyebab utama kecelakaan serius, kerusakan peralatan, dan potensi bahaya bagi pekerja sekitarnya. Salah satu peristiwa yang mengakibatkan kecelakaan kerja disebabkan oleh beban berlebihan pada *crane* terjadi pada tanggal 30 Agustus 2021 di Dermaga 4, Pelabuhan Merak, Kota Cilegon, Banten, usai tali alat berat *crane* 3,5 ton terputus dan menewaskan seorang pekerja serta melukai dua lainnya yang diduga ada kelebihan muatan, dalam kasus ini yang menewaskan pegawai.

Pada penelitian ini, peneliti memfokuskan pada sensor pendeteksi beban berlebih yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi apakah beban yang diangkat oleh *crane* melebihi batas maksimum beban yang dapat ditanggung alat pengangkat atau SWL (*safety working load*) dalam batas aman. Pendeteksi ini berupa sensor yang dirancang untuk memantau beban yang sedang diangkat dan akan memberikan peringatan atau menghentikan operasi jika beban berlebihan terdeteksi dan dapat menurunkan beban itu sendiri di atas ketinggian tanah yang sudah ditentukan atau dirancang oleh sistem. Berdasarkan uraian diatas peneliti memilih untuk membuat *prototype* untuk mengadakan penelitian dengan

judul ***Prototype* Pendeteksi Beban Berlebih untuk Keamanan Operasi *Hydraulic Crane* di Kapal Penumpang.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dikemukakan, maka rumusan masalah penelitian dapat diidentifikasi masalah utama ke dalam rumusan masalah.

Beberapa rumusan masalah yang diambil peneliti :

1. Bagaimana perancangan alat sistem penanganan beban berlebih pada *Hydraulic Crane*?
2. Bagaimana hasil pengujian rancangan alat sistem penanganan beban berlebih pada *Hydraulic Crane*?

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini peneliti hanya fokus pada sebuah penelitian yang membahas tentang :

1. Batas maksimum yang diangkat oleh *crane* dan ditampilkan di LCD
2. Sistem control menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai koneksi dan LoRa RA02 sebagai *transmitter* (pemancar) untuk mengirimkan *signal* ke *receiver*
3. Sensor HX711 dan *loadcell* untuk membantu menghitung berat beban
4. Implementasi dalam *prototype* ini menggunakan modul HX711, *loadcell*, servo motor, dan motor DC.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulis atas penelitian adalah :

1. Untuk mendeteksi beban yang diangkat oleh *crane* saat melebihi batas kapasitas dan memberikan peringatan.

2. Untuk mengetahui perancangan sistem pendeteksi beban berlebih untuk keamanan operasi *hydraulic crane* di kapal.
3. Untuk mengetahui pengimplementasian sistem beban berlebih yang memenuhi standar keselamatan dan keamanan operasi *hydraulic crane* di kapal.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat Secara Teoritis

Diharapkan penelitian ini dapat menambah wawasan serta dijadikan referensi maupun pedoman oleh pembaca sehingga dapat mengerti betapa pentingnya keamanan pengoperasian *crane* diatas kapal.

2. Manfaat Secara Praktis

Diharapkan dapat menciptakan alat keamanan dalam beroperasi *crane* kapal dalam menggunakan sistem *prototype* dan dapat dikembangkan dalam perusahaan perkapalan yang bermuatan *cargo*/kontainer.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Dalam konteks *review* penelitian sebelumnya, menurut Randi (2018:15) menyatakan bahwa penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan peneliti dalam melakukan penelitian sehingga peneliti dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, peneliti tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian peneliti. Namun peneliti mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian ini.

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya (2023)

No	Penulis	Judul Penelitian	Kesimpulan	Perbedaan
1.	Iman Purnama Aji (2023)	Analisis Pelaksanaan Uji Beban <i>Crane</i> Terhadap Kelancaran Proses Bongkar Muat Batu Bara di MV Habco Polaris	Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa pelaksanaan uji beban <i>crane</i> di MV Habco Polaris meliputi persiapan uji beban, pelaksanaan uji beban dengan kapasitas beban 75%, 100%, dan 125%, serta hasil pelaksanaan uji beban <i>crane</i> yang diketahui dari <i>loadcell</i> . Hasil pengujian menunjukkan bahwa hanya <i>crane</i> nomor 3 yang mengalami penurunan kemampuan mengangkat beban kurang dari kapasitas safe working load (SWL) 30 Ton, yaitu 26,800 Ton, sehingga mempengaruhi kelancaran proses bongkar muat di kapal. Sementara itu, hasil	Penelitian sebelumnya hanya berfokus pada pengujian beban pada <i>crane</i> apakah mengalami penurunan atau tidak, sedangkan penulis meneliti keamanan <i>overload crane</i> . Metode pengujian pada penelitian sebelumnya menggunakan deskriptif kualitatif, sedangkan penulis menggunakan jenis metode penelitian R&D.

			uji beban <i>crane</i> 1, 2, dan 4 masih memenuhi standar yaitu 30 SWL. Dengan demikian, kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pelaksanaan uji beban <i>crane</i> mempengaruhi kelancaran proses bongkar muat batu bara di MV Habco Polaris, dan perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terutama terkait dengan <i>crane</i> nomor 3.	
2.	Zelika Argyanti (2022)	Analisis Sistem Pengendali Kapasitas Beban Muatan Truk Berbasis Teknologi Internet	Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring berat muatan truk berbasis teknologi Internet of Things (IoT) yang dikembangkan berhasil dalam melakukan proses pengukuran berat muatan truk dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Sistem ini terdiri dari sensor <i>loadcell</i>, modul HX711, NodeMCU, Firebase, dan Android Studio yang bekerja secara terintegrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi berat muatan dengan tingkat keakuratan yang mencapai di atas 98%. Selain itu, indikator kelebihan berat muatan berupa buzzer juga berfungsi dengan baik, dan pengiriman data antara NodeMCU, Firebase, dan aplikasi Android berjalan dengan tingkat keberhasilan 100%. Dengan demikian, sistem ini dapat diimplementasikan untuk memonitor berat muatan truk secara real-time, memungkinkan pengguna untuk mengurangi risiko	Penelitian sebelumnya meneliti pengukuran beban pada truk, sedangkan penulis meneliti beban yang diangkat oleh <i>crane</i>. Peneliti sebelumnya tidak menggunakan ESP32 sedangkan penulis mengembangkan alat dengan menambahkan Mikrokontroler menggunakan ESP32 dan LoRa RA-02 dengan Monitoring menggunakan LCD

			kecelakaan akibat <i>overloading</i> , serta memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu mengenai berat muatan truk.	
--	--	--	---	--

B. Landasan Teori

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari pada sebuah penelitian, secara umum landasan teori berisikan tentang kerangka, definisi, konsep, dan proposisi yang telah disusun dan diringkas secara sistematis tentang variabel-variabel dalam sebuah penelitian, yang berfungsi untuk mengaitkan dengan pengetahuan baru dan memudahkan peneliti dalam menyusun sebuah hipotesa dan metodologi penelitian.

1. *Prototype*

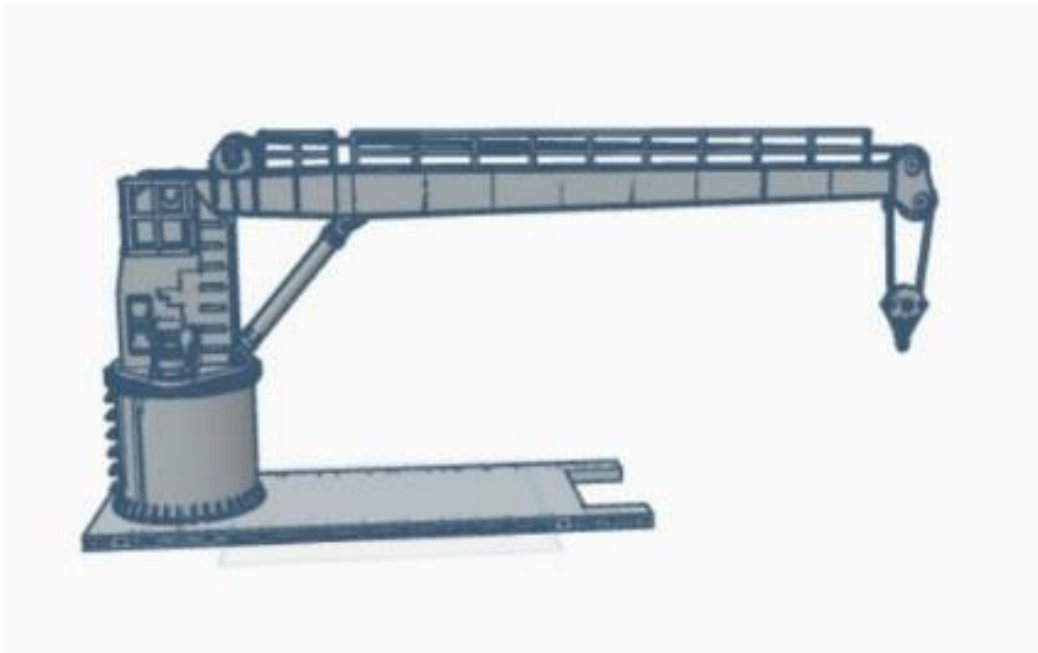
Prototype adalah istilah yang sering digunakan dalam berbagai bidang, termasuk desain produk, pengembangan perangkat lunak, dan lainnya. Dalam artikel dari Binar Academy yang dipublikasikan pada website <https://www.binaracademy.com/blog/pengertian-prototype-dan-tujuannya>, *prototype* dapat diartikan sebagai contoh atau model awal yang diciptakan untuk melakukan uji coba konsep yang telah diperkenalkan sebelumnya. Tujuan utama dari *prototype* adalah untuk memahami apakah konsep tersebut dapat diimplementasikan dan sesuai dengan yang diharapkan, serta untuk mendeteksi kesalahan atau *error* sebelum produk akhir dikembangkan.

2. *Hydraulic Crane*

Hydraulic crane adalah alat berat yang menggunakan sistem hidrolik sebagai sumber tenaga untuk mengangkat dan memindahkan benda-benda berat. Sistem hidrolik sendiri bekerja berdasarkan prinsip dasar fisika, yaitu hukum Pascal, yang menyatakan bahwa perubahan tekanan pada fluida tertutup akan diteruskan secara seragam ke semua bagian fluida tersebut. Dengan memanfaatkan prinsip ini, Hidrolik *Crane* mampu mengangkat beban yang jauh lebih berat dibandingkan dengan ukuran fisiknya.” (PT. Karya Setia Jaya 2023. [Hidrolik Crane: Pengertian, Jenis-Jenis dan Fungsinya \(ksj.co.id\)](https://ksj.co.id), 04 Januari 2024)

Derek hidrolik menggunakan cairan hidrolik untuk menghasilkan tenaga, yang kemudian digunakan untuk mengoperasikan berbagai komponen derek, seperti boom, jib, dan *winch*. Cairan hidrolik diberi tekanan oleh pompa hidrolik yang digerakkan oleh mesin atau motor listrik. Cairan bertekanan kemudian diarahkan ke silinder hidrolik derek, yang mengubah energi cairan menjadi gaya mekanis, sehingga derek dapat mengangkat dan memindahkan beban berat.

Crane kapal adalah alat untuk memindahkan barang ke darat atau sebaliknya. *Crane* bekerja dengan mengangkat material yang akan dipindahkan, memindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan.



Gambar 2. 1 Desain Crane

Sumber : Dokumen Penulis (2023)

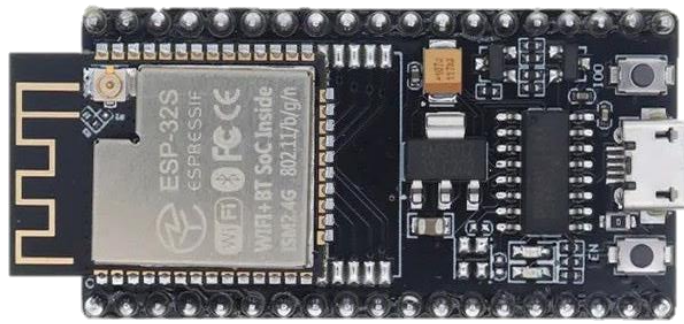
Adapun beberapa jenis *crane* kapal seperti *twins crane*, *single crane* dan *conveyor*. Keunggulan *crane* kapal meliputi dapat menghemat waktu pemuatan, dapat dimuat pada ukuran kapal tertentu, kualitas yang dimuat lebih banyak, mengurangi penanganan muatan ganda (*double handling*), mengurangi polusi. Dengan bantuan *crane* kapal, awak kapal dapat menangani kargo dengan efisien dan efektif. Memuat dan membongkar kargo menjadi lebih efisien dan cepat. Tidak heran jika *crane* kapal menjadi bahan peralatan yang utama atau wajib di hamper semua kapal yang bermuan kargo.

3. Mikrokontroler ESP32

Dalam penelitian oleh Wagyana, A., & Rahmad (2019:240) menyatakan bahwa ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai periferal. Chip ini

menggunakan mikroprosesor 32 bit Xtensa LX6 dual-core. Ruang alamat untuk data dan instruksi adalah 4 GB dan ruang alamat periferan 512 kB. Memori terdiri atas 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8kB RTC memory, dan flash memory 4MB. Chip ini mempunyai 18 pin ADC (12-bit), empat SPI, dan dua I2C. Kelebihan utama mikrokontroler ini adalah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan Internet.

Menurut Wagyuana, A., & Rahmad (2019:240) *board* ini memiliki dua versi, yaitu yang 30 dan 36 GPIO. Keduanya berfungsi dengan cara yang sama tetapi versi yang 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. Semua pin diberi label di bagian atas *board* sehingga mudah untuk dikenali. *Board* ini memiliki interface USB-to-UART sehingga mudah diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE atau yang lainnya. Sumber daya untuk *board* bisa diberikan melalui konektor micro-USB. ESP32 dapat terhubung ke jaringan WiFi menggunakan protokol TCP/IP dan berkomunikasi dengan perangkat lain. Ia juga dilengkapi Bluetooth untuk terhubung ke perangkat lain, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi IoT seperti sistem keamanan rumah, taman pintar, dan lemari es pintar.



Gambar 2. 2 ESP32

Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

4. Loadcell

Sensor yang digunakan untuk mengukur massa atau beban suatu benda. Prinsip kerjanya adalah mengukur perubahan resistansi ketika tekanan diterapkan pada bagian sensor. Akibatnya, tegangan keluaran dari sensor akan berubah setelah tegangan sumber diterapkan padanya. Seperti yang diungkapkan Zelika Argyanti (2022:74-84) sensor *loadcell* adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Sensor *loadcell* umumnya ditemukan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam timbangan digital, perangkat pembersih otomatis dan pemberi pakan untuk hewan peliharaan, pengukur tinggi dan berat badan secara otomatis, serta alat pencatatan berat hasil timbangan. Selain itu, sensor *loadcell* dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32 untuk memproses data dan mengirimkan informasi melalui jaringan internet ataupun *bluetooth*.



Gambar 2. 3 Loadcell

Sumber : <https://www.samrasyid.com/2020/12/pengertian-sensor-beban-load-cell.html>

5. Servo Motor

Menurut Yuhan Fitria (2018:13) Motor servo merupakan sebuah akumulator putaran yang dilengkapi dengan sistem control umpan balik loop tertutup yang memungkinkan untuk diatur dalam menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* komponen pada motor servo terdiri dari motor DC, rangkaian kontrol, potensiometer, dan rangkaian *gear*. Servo motor adalah jenis motor listrik yang digunakan pada aplikasi robotika dan otomasi yang dirancang khusus untuk menggerakkan mekanisme kontrol sudut, kecepatan, dan akselerasi yang akurat. Cara kerja servo motor ini berulang-ulang dalam loop umpan balik sehingga motor tetap dalam posisi yang diinginkan dengan presisi tinggi dan respon cepat terhadap perintah. Servo motor ini memiliki kelebihan mudah dikendalikan dan sangat presisi, servo motor ini memiliki torsi yang besar dan dengan sudut yang dapat diatur tetapi harganya tergolong mahal dan berpotensi rusak jika beban terlalu berlebihan.



Gambar 2. 4 Servo Motor

Sumber : https://www.tokopedia.com/klinikrasid/servo-motor-towerpro-mg996r-arduino-raspberry?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp-seo

6. Motor Dc

Motor DC gearbox adalah sebuah sistem motor yang terdiri dari motor DC dan gearbox (roda gigi). Berikut adalah beberapa fitur dan penggunaan motor DC gearbox :

Komponen Utama :

- a. Motor DC: Motor DC adalah komponen dasar yang menghasilkan putaran ketika diberi tegangan. Motor DC gearbox biasanya menggunakan motor DC yang kecil.
- b. Gearbox (Roda Gigi): Gearbox terdiri dari sejumlah roda gigi yang dirancang untuk mengubah putaran motor dengan kecepatan tinggi menjadi gerakan dengan kecepatan rendah dan torsi yang lebih tinggi.

Motor DC gearbox bekerja dengan mengurangi kecepatan putaran motor dan meningkatkan torsi output. Torsi dihasilkan melalui struktur gearbox yang terhubung dengan motor.



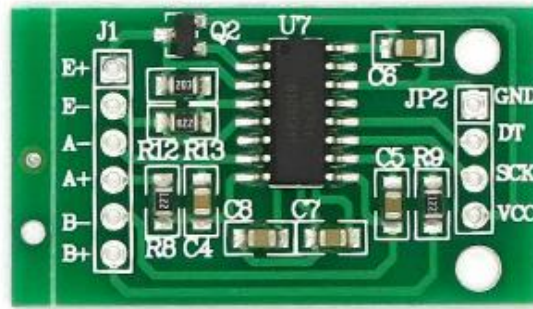
Gambar 2. 5 Motor DC

Sumber : <https://sariteknologi.com/product/motor-dc-gearbox-kuning/>

7. Modul HX711

Dalam penelitian oleh Ishaq, Azhar, Muhaimin (2019:15) HX711 adalah modul timbangan yang memiliki prinsip kerja mengkonversikan perubahan yang terukur dalam perubahan yang terukur dalam perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan menkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada.

Modul HX711 sangat berguna dalam pengukuran berat, seperti pada skala berat, mesin pengukur berat, dan aplikasi lain yang memerlukan pengukuran berat yang akurat. Modul HX711 dapat digunakan dalam robotika dan otomasi untuk mengukur berat atau tekanan, seperti pada aplikasi pengangkatan berat atau pengukuran tekanan pada sistem otomasi. Modul ini juga dapat digunakan untuk mengukur tekanan, seperti pada aplikasi industri, medis, dan lain-lain yang memerlukan pengukuran tekanan yang akurat



Gambar 2. 6 HX711

Sumber : <https://images.app.goo.gl/i6BuivjoxNBNtxj28>

8. Adaptor Power Supply 12 V

Power supply merupakan alat pemasok daya beban listrik yang dibutuhkan Arduino ESP32 dengan tegangan sekitar 12V. Arti dari catu daya yaitu suatu *rectifier filter* yang dapat mengubah tegangan AC menjadi DC murni. Tujuan utamanya adalah untuk menyediakan daya listrik ke sebuah atau lebih beban listrik yang memerlukan Tegangan DC. Terdapat berbagai macam rangkaiannya catu daya yang dibutuhkan sangat sederhana seperti penyearah, transformator, kapasitor, induktor, dan resistor. *Power supply* juga dapat digunakan untuk sumber tegangan digital input PLC dan menyalakan sensor dengan tegangan DC.



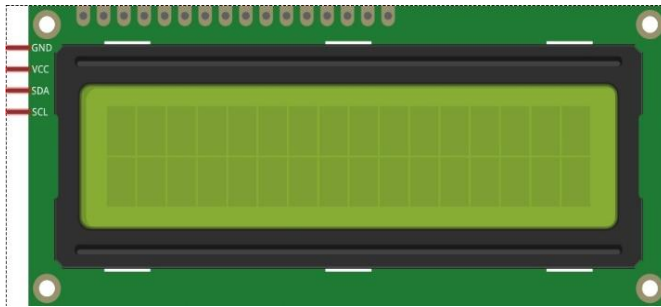
Gambar 2. 7 Adaptor Power Supply 12 V

Sumber : <https://hub360.com.ng/product/9v-1a-power-supply/>

9. LCD

Seperti yang dikemukakan Muhammad Fiqar dkk (2022:3), LCD merupakan perantara output paling sering dipakai untuk display atau tampilan pada aplikasi mikrokontroler.

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* yang berfungsi yaitu komponen elektronika yang mampu menampilkan angka, huruf, kata, simbol sehingga dapat dilihat secara visual menjadikan tampilan LCD lebih rapi, lebih bagus untuk dilihat dan juga serbaguna dibandingkan dengan penampilan LED *seven segment* pada umumnya.



Gambar 2. 8 LCD 16x2 i2c

Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

10. Joystick

Ririn Effendi et al (2020:61-68) berpendapat bahwa *joystick* adalah alat masukan komputer yang berwujud tuas atau tongkat yang dapat bergerak ke segala arah, sedangkan game paddle biasanya berbentuk kotak atau persegi, terbuat dari plastik dilengkapi dengan tombol-tombol yang mengatur gerak suatu objek dalam komputer. Alat ini dapat mentransmisikan arah sebesar dua atau tiga dimensi ke komputer. Alat ini umumnya digunakan sebagai pelengkap untuk memainkan permainan video yang dilengkapi lebih dari satu tombol.

Joystick juga digunakan dalam beberapa aplikasi, seperti:

- a. Permainan Video: *Joystick* digunakan untuk mengontrol gerakan karakter dalam permainan video, seperti permainan laga dan permainan aksi.
- b. Flight Simulators: *Joystick* digunakan untuk mengontrol gerakan pesawat dalam simulator penerbangan, memungkinkan pengguna untuk mengalami pengalaman penerbangan yang lebih realistis.

- c. Aplikasi Grafis: *Joystick* digunakan dalam beberapa aplikasi grafis, seperti pengeditan gambar dan pengembangan perangkat lunak.
- d. *Joystick* tersedia dalam berbagai bentuk, seperti *joystick* analog, *joystick* digital, dan *joystick* paddle. Masing-masing memiliki fitur dan fungsi yang berbeda, namun semua memiliki tujuan utama untuk memberikan kontrol yang lebih akurat dan efektif dalam mengatur gerakan.



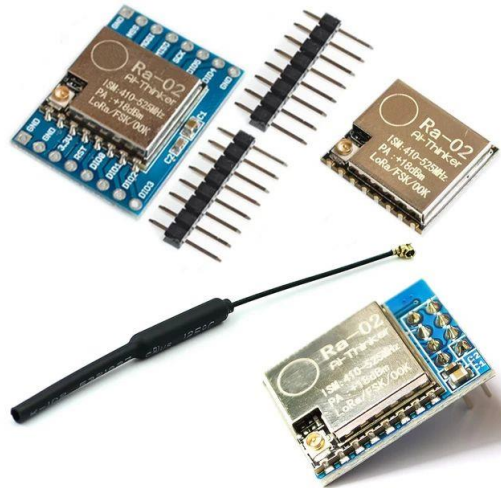
Gambar 2. 9 Joystick

Sumber : <https://belajar-mikrokontroler2017.blogspot.com/2018/01/pengendali-korden-dengan-joystick.html>

11. LoRa RA-02

Menurut Z Zamani Noor et al (2022:75) mengemukakan bahwa LORA RA02 biasanya digunakan dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT), *smart city*, dan industri 4.0 untuk mentransfer data antara sensor, perangkat, dan gateway dalam jarak yang jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Modul LoRa ini dapat diberikan ke alat yang dianggap perlu untuk komunikasi dengan alat lain. Implementasi LoRa pada alat ini sangat mudah, karena tidak memerlukan instalasi yang rumit. Secara umum, node LoRa berkomunikasi dua arah, tetapi dapat juga dikonfigurasi untuk melakukan broadcast ke semua node di

sekitarnya. LoRa memiliki jarak jangkauan yang luas, serta dapat dioperasikan dengan daya yang kecil. Dikarenakan daya yang kecil dan jangkauan yang luas tersebut menyebabkan *bandwidth* yang dapat dikirimkan oleh LoRa menjadi rendah



Gambar 2. 10 LoRa R-02

Sumber : <https://jfrog.com/connect/post/nrf24-vs-lora-for-wireless-communication-between-iot-devices/>

12. Modul Step Down LM2596

Modul *Step Down* LM2596 adalah sebuah konverter DC-DC yang dirancang untuk menurunkan tegangan DC dari sumber tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah. Modul ini menggunakan IC LM2596 sebagai pengatur tegangan PWM (Pulse Width Modulation) dengan frekuensi 150kHz. Berikut spesifikasi dari modul *Step Down* LM2596 :

Input voltage	DC 3V - 40V
Output voltage	DC 1.5V - 35V (tegangan output harus lebih rendah dengan selisih minimal 1.5 V)
Arus max	3 A
Ukuran board	42 mm x 20 mm x 14 mm



Gambar 2. 11 Modul Step Down LM2596

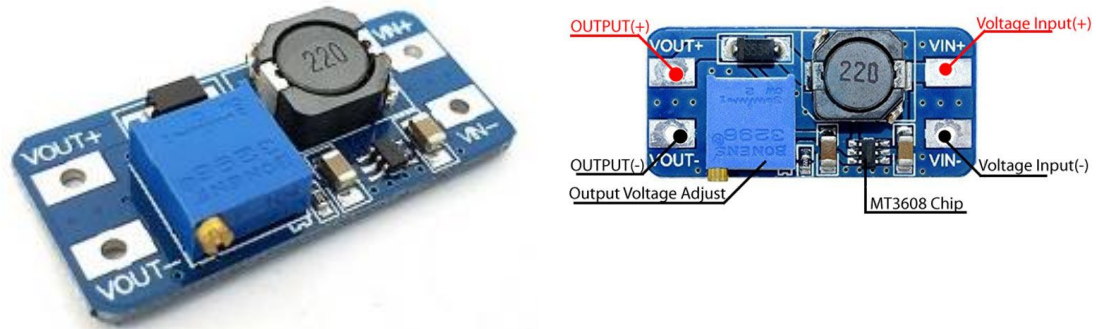
Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

13. Modul Step Up MT3608

Modul daya MT3608 adalah modul *converter step-up* (Boost) yang ditujukan untuk aplikasi kecil dan berdaya rendah. Modul ini memiliki kemampuan untuk mengatur tegangan keluaran hingga 28V dan mengalirkan arus keluaran maksimum 2A. Modul ini terdiri dari IC MT3608 yang hadir dalam sakelar Paket SOT23-6 6-Pin pada 1,2 Mhz yang memungkinkan penggunaan kapasitor dan induktor kecil yang menghasilkan modul peningkatan daya berukuran kompak. Components101.(27 Mei 2021). Components101. Diambil dari <https://components101.com/modules/mt3608-2a-dc-dc-step-up-power-module>

MT3608 DC ke DC Voltage Regulator Step Up Power Supply Board
Boost Converter Modul 2-24V sampai 5-28V 2A

Tegangan Input	2-24V DC
Tegangan Output	5-28V DC
Frekuensi peralihan	1.2 Mhz
Output Maksimum Sekarang	2 A
Efisiensi Konversi	> 93%
Ukuran modul	37.2 mm X 17.2 mm X 14 mm



Gambar 2. 12 Modul Step Up MT3608

Sumber : <https://ecadio.com/jual-mini-step-up?search=step%20up>

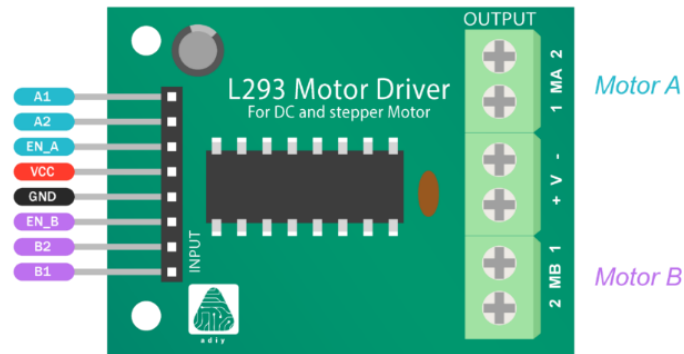
14. Driver motor L293

Driver motor L293D adalah sebuah IC motor driver yang dapat digunakan untuk mengendalikan dua motor DC secara bersamaan dalam arah yang berbeda. Berikut adalah beberapa fitur dan penggunaan L293D

Fitur Utama:

- Dapat mengendalikan dua motor DC secara bersamaan dalam arah yang berbeda.
- Dapat menghasilkan arus hingga 1.2 A per channel.
- Bisa digunakan untuk mengendalikan motor DC, stepper motor, dan servo motor.
- Dapat menghasilkan tegangan output hingga 36 V

ADIY L293D Motor Driver Module



Gambar 2. 13 Driver motor L293

Sumber : <https://adiy.in/shop/motor-driver-module-l293d/>

15. Modul *charger* baterai TP405

Modul charger baterai TP405 adalah sebuah perangkat yang dirancang untuk mengisi baterai lithium-ion 18650 dengan keamanan dan efisiensi yang tinggi.

Fitur Utama :

- Input Voltage: Bisa menerima input tegangan 5V melalui USB Type-C.
- Charging Cut-Off Voltage: Menghentikan pengisian ketika tegangan baterai mencapai 4.2V dengan toleransi 1%.
- Maximum Charge Current: Mampu mengisi baterai dengan arus maksimum 1000mA.
- Battery Discharge Protection Voltage: Melindungi baterai dari pengurangan tegangan hingga 2.5V.

- e. Proteksi: Dilengkapi dengan proteksi untuk mencegah kerusakan baterai akibat pengisian yang tidak tepat.



Gambar 2. 14 Modul *charger* baterai TP405

Sumber : <https://ecadio.com/modul-charger-lithium-type-c>

16. Soket *battery* 18650

Soket *battery* merupakan *case holder battery* 18650 dengan 1 slot. Soket ini digunakan untuk menghubungkan baterai ke perangkat dan memudahkan penggunaan dan pengawatan baterai 18650 dalam berbagai aplikasi seperti aplikasi pada perangkat elektronik, alat rumah tangga, dan lain-lain.

Jenis Soket :

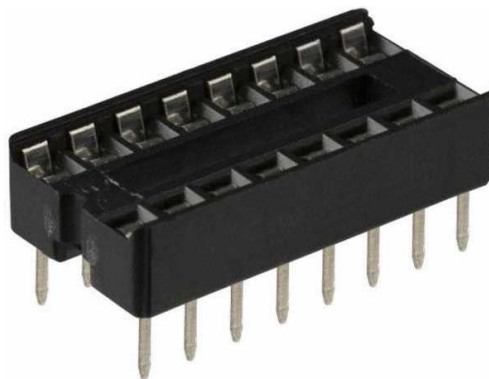
- a. Soket Tunggal: Untuk satu baterai 18650.
- b. Soket Ganda: Untuk dua baterai 18650.
- c. Soket Multi-Baterai: Untuk tiga atau lebih baterai 18650, umumnya digunakan dalam proyek yang membutuhkan lebih banyak daya.



Gambar 2. 15 Soket Battery 18650
Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

17. Soket Ic Dip 16

Soket IC DIP 12 merupakan tempat penahan IC (*Integrated Circuit*) yang memiliki 16 pin, soket ini digunakan untuk menghubungkan IC ke perangkat lainnya.



Gambar 2. 16 Soket IC DIP 16
Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

BAB III

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang diterapkan dalam karya tulis ilmiah ini dengan metode *prototype*. Menurut Candra Novitasari (2020) dalam penelitian oleh Mardani dan Melda (2023) menyatakan bahwa metode *prototype* merupakan satu metode dalam pengembangan perangkat lunak, metode ini merupakan suatu paradigma baru dalam pembuatan / pengembangan perangkat lunak. dan juga salah satu metode Prototype merupakan suatu metode dalam pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan untuk membuat sesuatu program dengan cepat dan bertahap sehingga segera dapat dievaluasi oleh pemakai.

Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut :



1. *Communication.*

Pada tahap ini penulis meminta Solusi terhadap dosen pembimbing untuk menentukan perancangan sistem untuk menentukan sensor atau komponen yang dibutuhkan dalam membuat *prototype*.

2. *Modeling Quick Plan*

Pada tahap ini penulis membuat sebuah *prototype* pendeteksi beban berlebih di crane yang bertujuan untuk meminimalisir kerusakan pada crane dengan membuat sistem *overload* jika beban berlebihan.

Tahapan ini penulis merancang model sistem atau alur kerja *prototype* dengan alat pengembangan seperti diagram blok, *flowchart* dan wiring diagram alat.

3. *Construction of prototype*

Tahapan ini menentukan apakah komponen, sensor atau alat tersebut berfungsi dengan baik atau tidak, dan mendapatkan hasil dari pengujian alat sesuai rancangan.

4. *Deployment Delivery & Feedback*

Dalam penelitian tentang *overload* beban pada *crane*, pengembangan dapat diterapkan dalam beberapa cara untuk meningkatkan kualitas dan keefektifan penulis. validasi terhadap alat oleh penguji ahli dapat membantu memastikan bahwa alat tersebut akurat, relevan dan mudah digunakan. Pada tahap ini *prototype* akan.

A. **Perancangan Sistem**

Perancangan alat yang dibahas dalam penelitian ini mencakup beberapa komponen krusial. Pertama, terdapat perancangan perangkat keras yang mencakup model *crane* pengangkut *container* atau barang, pengkabelan ESP32, sensor *loadcell*, modul HX711, *power supply*, *joystick*, LoRa RA-02, dan LCD. Komponen-komponen ini dirancang untuk bekerja bersama-sama dalam sistem yang terintegrasi. Berikut *software* dan *hardware* yang digunakan pada perancangan alat ini :

1. *Hardware*

- a. *Miniatur crane*
- b. Mikrokontroler ESP32
- c. *Loadcell*
- d. Servo motor
- e. Modul HX711
- f. *Power supply*
- g. Lcd 16x2 i2c

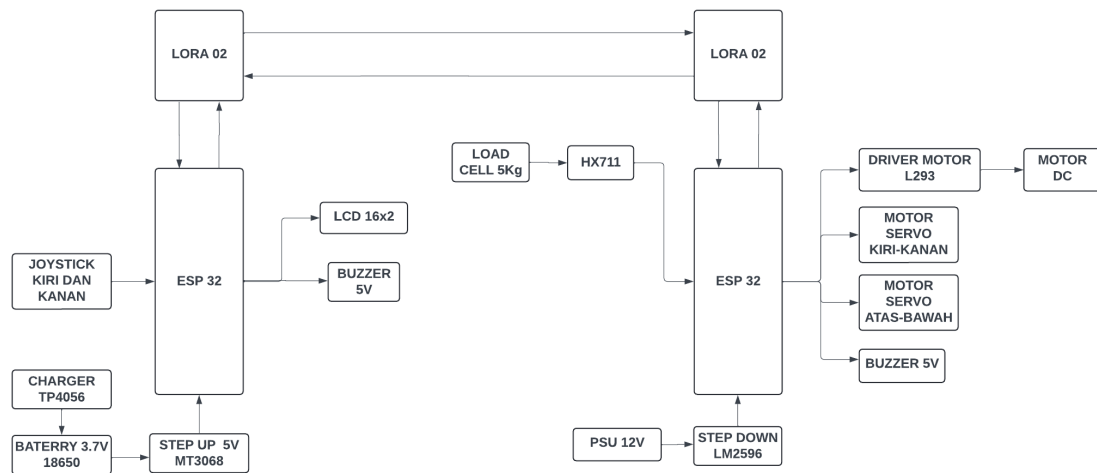
2. *Software*

- a. Arduino Ide
- b. *flowchart*
- c. *Aplikasi Fritzing*

Perancangan alat yang dibahas dalam penelitian ini mencakup beberapa komponen krusial. Pertama, terdapat perancangan perangkat keras yang mencakup model *crane* pengangkut *container* atau barang, pengkabelan ESP32, sensor *loadcell*, modul HX711, *power supply*, *joystick*, LoRa RA-02, dan LCD. Komponen-komponen ini dirancang untuk bekerja bersama-sama dalam sistem yang terintegrasi.

Seluruh alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini didesain secara khusus sesuai dengan diagram blok yang dapat ditemukan pada gambar 3.1. Diagram blok ini memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana setiap komponen saling terhubung dan berinteraksi secara sinergis untuk mencapai tujuan

penelitian yang telah ditetapkan. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya dirancang untuk melakukan fungsi dasar seperti menggerakkan *crane* dan menampilkan informasi pada LCD, tetapi juga untuk mengoptimalkan kinerja dan efektivitas keseluruhan dari solusi yang disajikan dalam penelitian ini.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Desain Pendeteksi Beban Berlebih
 Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

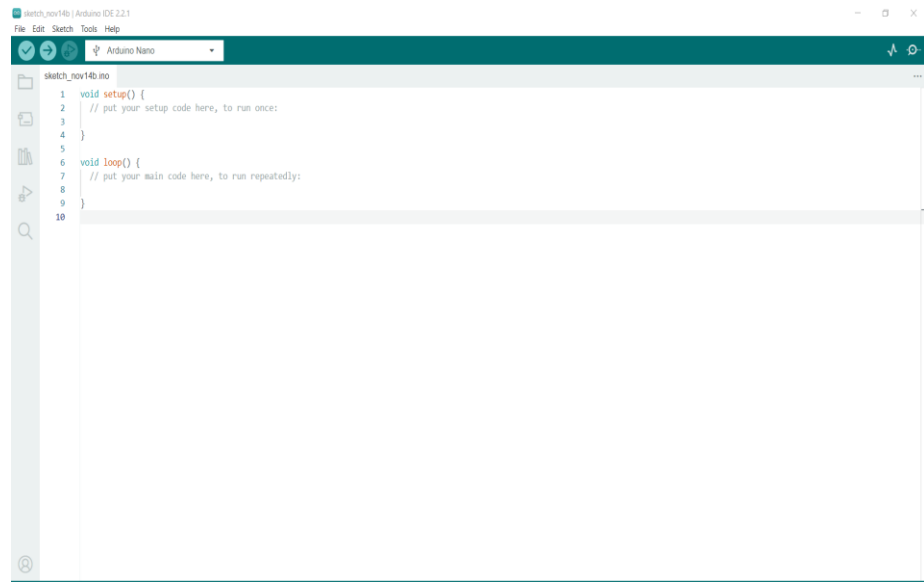
Sistem ini menggunakan *joystick* sebagai alat input data, dimana *joystick* akan mengirim sinyal analog sebagai nilai masukan. Sinyal tersebut akan diubah oleh ESP32 menjadi sinyal digital menggunakan modul LoRa RA-02, yang kemudian dapat digunakan untuk mengontrol servo dan modul-modul lainnya sesuai dengan data yang diterima. Selain itu, informasi yang telah diproses juga akan ditampilkan pada monitor (LCD) untuk memudahkan pengguna dalam memantau dan hipotesis dengan sistem.

B. Model Perancangan Alat

Perancangan sistem *software* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu program Arduino, *flowchart* dan aplikasi *fritzing* yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Program Arduino IDE

Menurut Muhammad Fiqar et al (2022:4), Arduino IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment* yang digunakan sebagai perangkat lunak untuk melakukan penulisan program, kompilasi, dan pengunggahan program ke board Arduino. Dengan kata lain, Arduino IDE berfungsi sebagai platform untuk melakukan pemrograman pada board yang akan diprogram. Arduino IDE ini penting untuk mengedit, membuat, mengunggah program ke board yang ditentukan, serta mengkode program tertentu. Board Arduino umumnya dilengkapi dengan berbagai macam pin input/output yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor, motor, dan berbagai perangkat elektronik lainnya. Selain itu, board Arduino juga dilengkapi dengan berbagai macam komponen pendukung seperti LED, tombol, dan resistor yang berguna untuk menciptakan berbagai macam proyek elektronik. Program Arduino ditulis menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan bahasa C/C++. Setelah ditulis, kode program tersebut diunggah ke board Arduino melalui kabel USB atau modul programmer yang tersedia



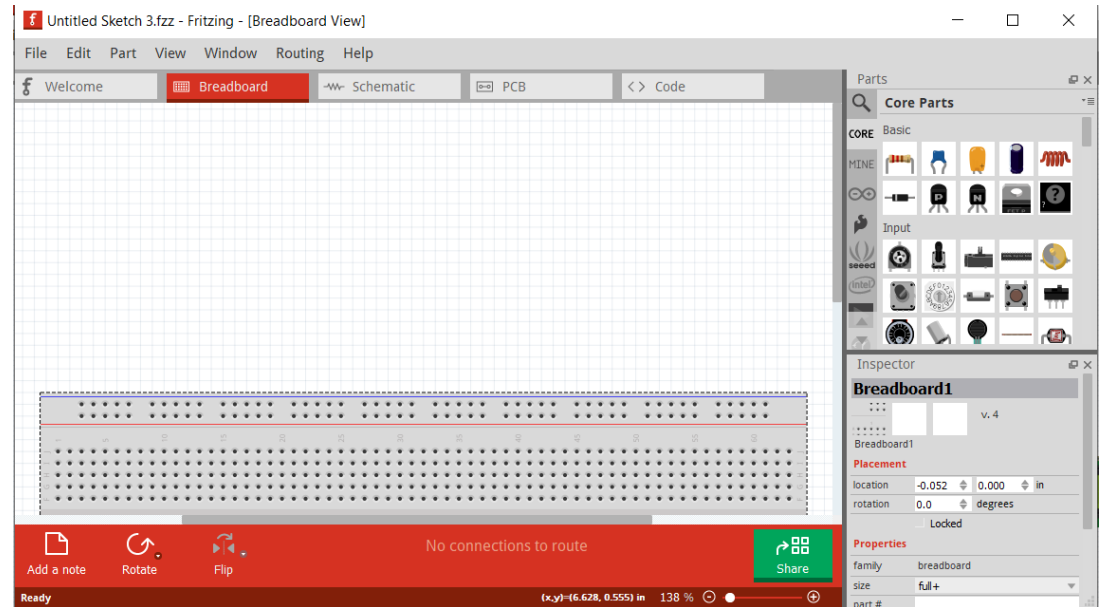
Gambar 3. 2 Software Arduino IDE

Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

2. Fritzing

Fritzing adalah perangkat lunak yang sangat berguna bagi desainer, seniman, dan penghobi elektronika dalam merancang peralatan elektronika. Antarmuka *Fritzing* dirancang agar mudah digunakan dan interaktif, bahkan oleh pengguna yang memiliki pengetahuan minim tentang simbol-simbol perangkat elektronika. Pengguna dapat dengan mudah mengakses skema siap pakai untuk mikrokontroler Arduino dan shield-nya, memungkinkan mereka untuk memulai perancangan tanpa harus membuat skema dari awal. Perangkat lunak ini khusus dirancang untuk mendukung perancangan dan dokumentasi produk kreatif yang menggunakan mikrokontroler Arduino, memungkinkan pengguna untuk menciptakan dokumentasi visual yang profesional. Dengan fitur-fitur yang ditawarkan oleh *Fritzing*, pengguna dapat dengan mudah

membuat, berbagi, dan mengedit skema serta desain PCB, meningkatkan efisiensi dan organisasi dalam proses perancangan produk elektronika.



Gambar 3. 3 Fritzing

Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

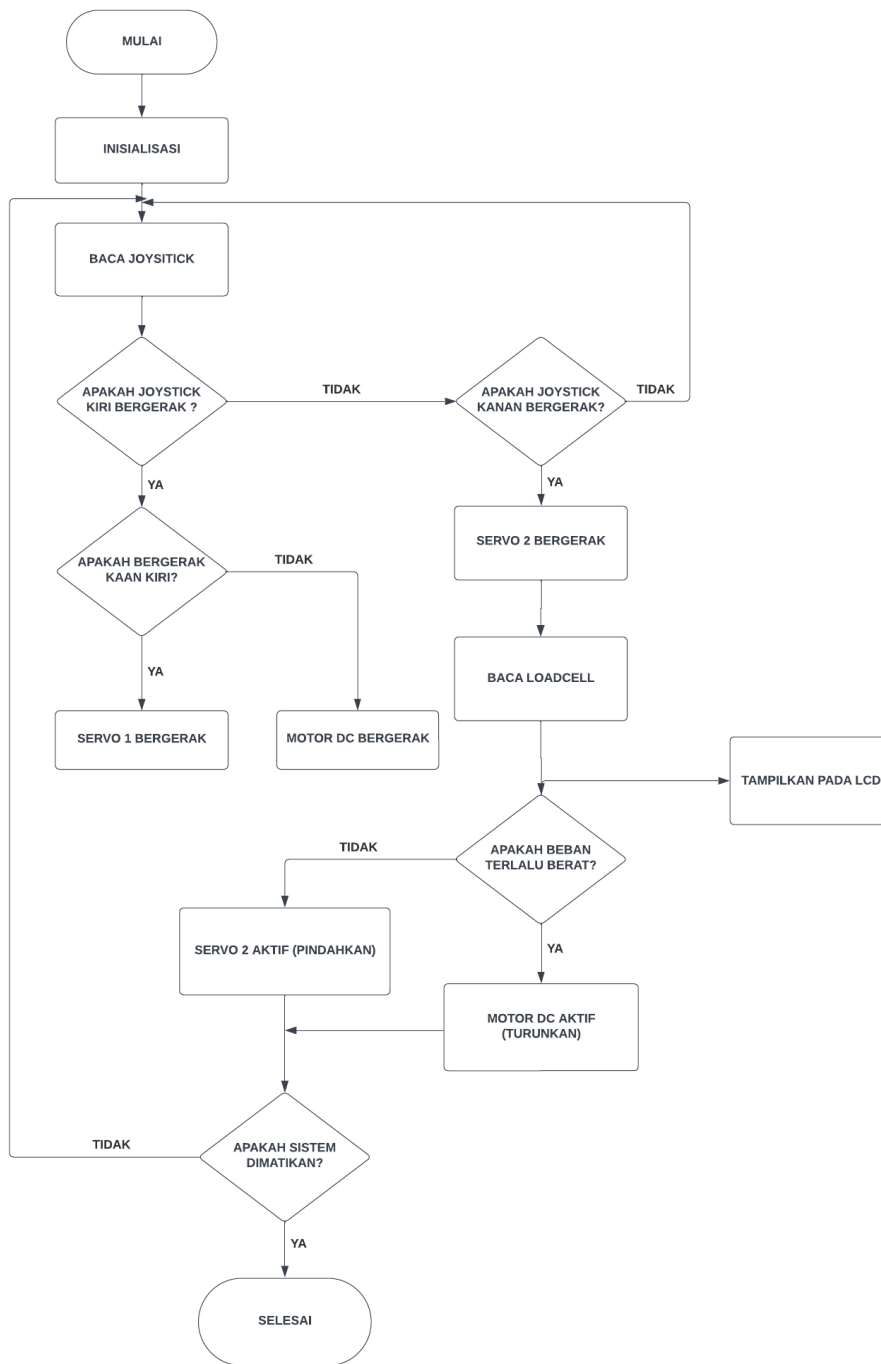
3. Flowchart

Flowchart adalah representasi grafis dari alur kerja atau proses yang disusun secara berurutan. *flowchart* digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah yang terlibat dalam suatu proses, serta hubungan antara langkah-langkah tersebut. *flowchart* biasanya digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja, algoritma, atau prosedur dalam suatu sistem.

Flowchart terdiri dari berbagai simbol geometris yang mewakili langkah-langkah, keputusan, *input/output*, dan arah alur kerja. Simbol-simbol ini dihubungkan dengan panah yang menunjukkan alur kerja dari satu langkah ke langkah berikutnya.

Dengan menggunakan *flowchart*, seseorang dapat dengan mudah memahami alur kerja suatu proses, mengidentifikasi masalah atau kesalahan dalam proses tersebut, dan merancang solusi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas.

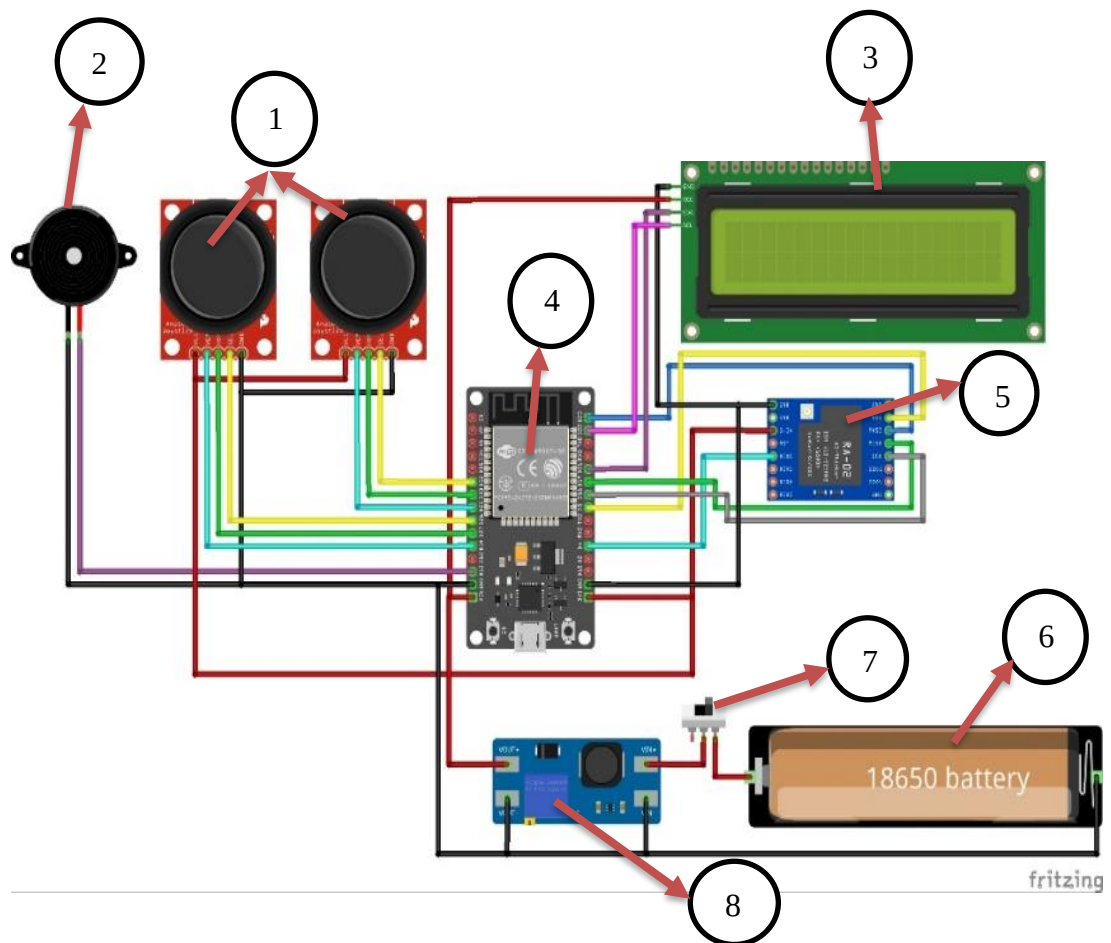
Flowchart pemrogram seperti pada gambar 3.4, dimana program akan dimulai dengan menginisialisasi program, dan menghidupkan perangkat. Setelah perangkat dihidupkan, maka keseluruhan sistem akan terisi tegangan, dengan tombol berfungsi untuk input data. Servo akan bekerja sesuai perintah data yang dimasukkan dari tongkat *joystick* saat beban diangkat.



Gambar 3. 4 Flowchart alat
 Sumber : Dokumentasi Penulis (2023)

4. Wiring rangkaian perancangan alat

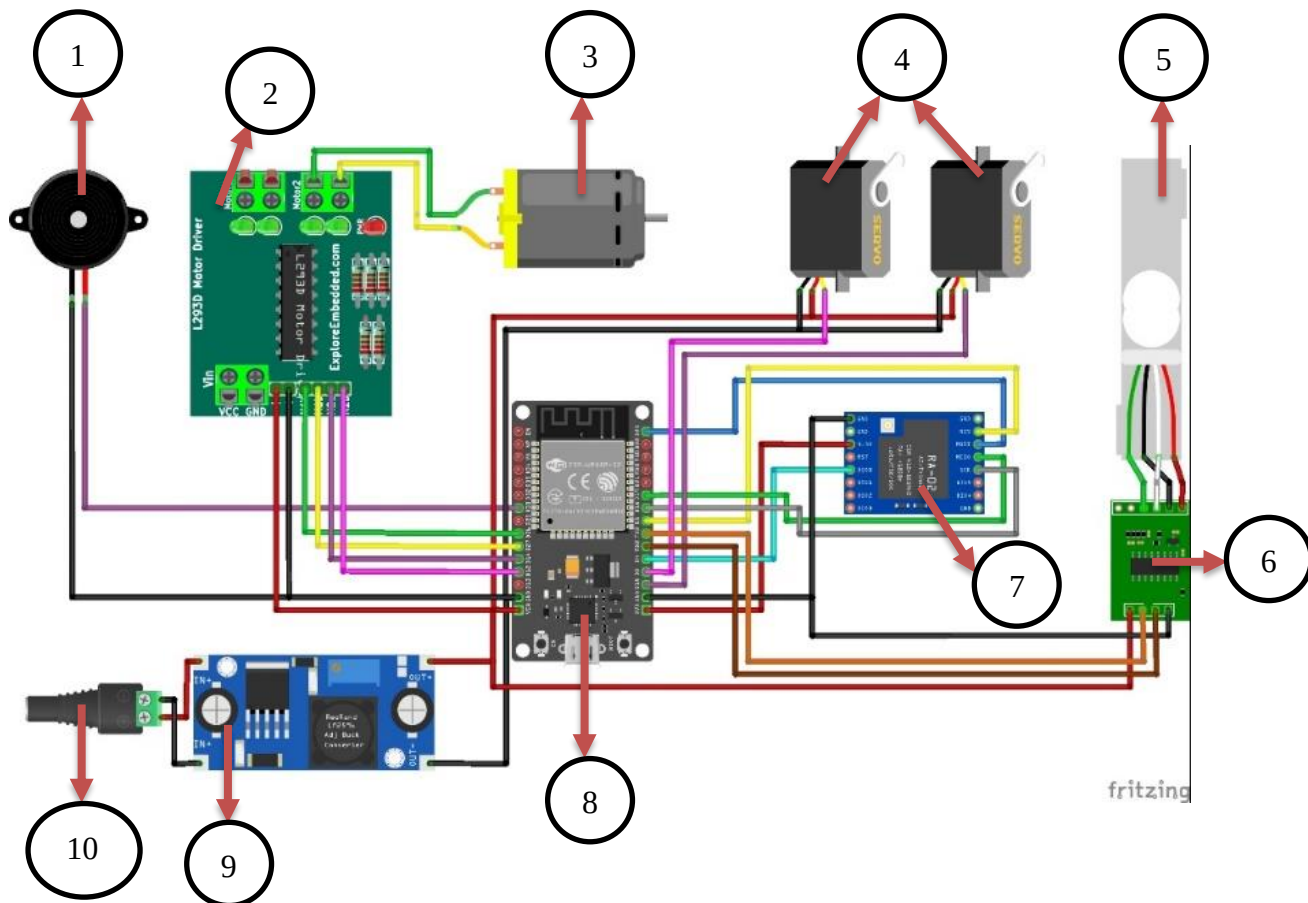
Penulisan perancangan sistem alat menggunakan aplikasi *fritzing* untuk membuat rangkaian alat, aplikasi ini menunjang aspek-aspek untuk mendesain secara teknis dan fungsional untuk menciptakan hasil yang sesuai dengan tujuan dan hasil yang telah ditentukan. Sistematis rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.5 dan 3.6.



Gambar 3. 5 Wiring perancangan Joystick
Sumber : Dokumentasi Penulis (2024)

Keterangan :

1. Joystick
2. Buzzer
3. LCD 16x2 i2c
4. ESP32
5. Lora RA02
6. Baterai 18650
7. Switch on off
8. Step Up



Gambar 3. 6 Wiring perancangan crane
Sumber : Dokumentasi penulis (2024)

Keterangan :

1. Buzzer
2. Motor Driver L293D
3. Motor DC

4. Servo Motor
5. *Loadcell*
6. Modul HX711
7. Lora RA-02
8. ESP32
9. *Step Down*
10. *Adaptor Power Supply 12 V*

Tabel 3. 1 Pin rangkaian wiring perancangan alat

Pin Sensor <i>Loadcell</i>	
Pin pada <i>Loadcell</i>	Pin Pada modul HX711
Signal (+)	A (+)
Signal (-)	A (-)
Excitation (+)	Exc (+)
Excitation (-)	Exc (-)
Pin Modul HX711	
Pin pada Modul HX711	Pin pada ESP32
DT	RX2
SCK	TX2
GND	GND
VCC	+5V (Modul Power Supply)
Pin Motor Servo	
Pin pada Motor Servo	Pin pada Modul <i>Step down</i> 5V
GND	(-)
VCC	(+)
Pin pada Motor Servo	Pin pada ESP32
PWM (signal) Motor Servo 1	GPIO 2
PWM (signal) Motor Servo 2	GPIO 15
Pin Motor DC	
Pin pada Motor DC	Pin pada Motor Driver 2 arah L293
(+)	(+)
(-)	(-)
Pin Motor Driver 2 arah L293	
Pin pada Motor Driver	Pin pada ESP32
VCC	Vin
GND	GND
M1a	GPIO26

M1b	GPIO27
M2a	GPIO14
M2b	GPIO12
Pin Modul LoRa Ra-02	
Pin pada Modul Lora	Pin pada ESP32
GND	GND
3.3V	3.3V
DIO0	GPIO4
NSS	GPIO5
MOSI	GPIO23
MISO	GPIO19
SCK	GPIO18
Pin Buzzer	
Pin pada Buzzer	Pin pada ESP32
PWM (signal)	GPIO33
(-)	GND

C. Rencana Pengujian Uji Coba Produk

1. Waktu dan tempat pengujian

Penelitian dilakukan oleh peneliti pada semester VIII pada bulan April untuk membuat sebuah proyek dan mengumpulkan data penelitian. Lokasi penelitian dengan judul “*Prototype* Pendeteksi Beban Berlebih Untuk Operasi *Hydraulic Crane* Di Kapal Penumpang” dilakukan di Politeknik Pelayaran Surabaya.

2. Pengujian Alat

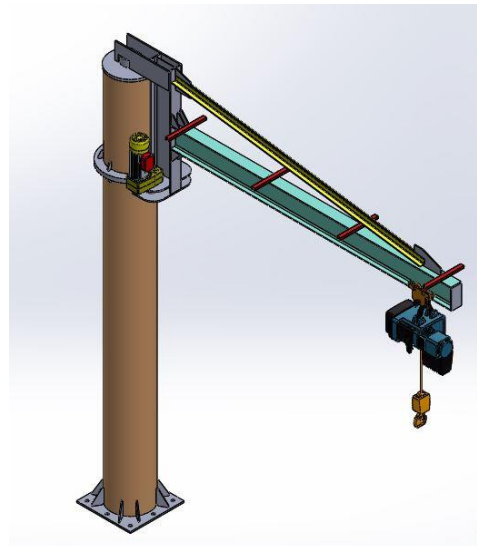
Untuk mendapatkan data penelitian, pengujian alat dilakukan dengan dua pengujian yaitu:

a. Uji Statis

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap komponen alat berdasarkan karakteristik dan fungsi mereka masing-masing. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah setiap komponen alat dapat beroperasi secara optimal dan memenuhi fungsinya dengan baik. Hasil pengujian kemudian dicatat dalam sebuah tabel.

b. Uji Dinamis

Uji dinamis ini direncanakan dilaksanakan di Poltekpel Surabaya . Seluruh komponen seperti ESP32, *Loadcell*, LCD, modul HX711, dan *joystick* harus diperhatikan dengan cermat. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat yang dikembangkan dan mencatat hasil pengukuran dalam tabel. Sebanyak 6 kali uji coba akan dilakukan untuk memastikan akurasi alat tersebut dalam persentase kesalahan.



Gambar 3. 7 Rancangan Alat

Sumber : <https://grabcad.com/library/jib-crane-2-ton-1>

D. Perencanaan Penilaian Alat

Tahap perencanaan penilaian alat dilakukan untuk menilai kinerja dan efektivitas sistem *prototype* pendeteksi beban berlebih pada *crane* saat muatan melebihi SWL. Penilaian ini mencakup beberapa aspek yang dirangkum dalam lembar penilaian ahli. Hasil ini kemudian diinterpretasikan agar mudah dimengerti dan dapat ditentukan kelayakan produk yang dibuat. Apabila tingkat kelayakan alat masih kurang, hal ini dapat menjadi acuan perbaikan yang kemudian akan dilakukan evaluasi ulang terhadap produk yang telah dibuat, sehingga produk tersebut layak digunakan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil yang diperoleh pada tiap-tiap fase pengembangan diuraikan sebagai berikut:

1. Perancangan kebutuhan alat

Perancangan alat ini membutuhkan beberapa komponen untuk pengujian, berikut identifikasi yang dibutuhkan

a. Identifikasi kebutuhan *hardware*

No.	Komponen	Jumlah	Kebutuhan
1.	ESP32	2	Komponen utama yang mengatur perangkat sesuai pengkodean pada program
2.	Lora RA02	1	Protokol untuk mengkomunikasikan jarak jauh
3.	LCD & I2C	1	Monitor tampilan layer
4.	Loadcell & Modul Hx711	1	Modul untuk menentukan berat beban
5.	<i>Joystick</i>	2	Alat pengontrol gerak
6.	Soket & baterai 188650	1	Pemasok daya beserta tempatnya
7.	<i>Step up</i>	1	Menaikkan tegangan
8.	<i>Step down</i>	1	Menurunkan tegangan
9.	TP4056 modul <i>charger</i>	1	Untuk pengisian baterai

b. Identifikasi kebutuhan hardware

No.	Perangkat	Kebutuhan
1.	Arduino IDE	Aplikasi yang digunakan untuk menuliskan kode program ke NodeMCU.
2.	Fritzing	Aplikasi untuk membuat perancangan <i>wiring</i> alat